

IM KLARTEXT

Schadstoffspuren im Wasserkreislauf



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung





Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA
Deutsche Vereinigung
für Wasserwirtschaft, Abwasser
und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
Tel.: 02242 872-0
Fax: 02242 872-135
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Redaktion/Satz:

DWA, Hennef

Text:

Sabine Thaler

Druck:

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

Fotos:

Titel, S. 5: FotografiaBasica, istockphoto.com
S. 4, 3. v.l.: HughStonelan, istockphoto.com
S. 4, 4. v.l.: hotboiled, istockphoto.com
S. 4, 5. v.l.: Rainer Sturm, pixelio.com
S. 7: audioundwerbung, istockphoto.com
S. 9: ECT Ökotoxikologie GmbH, Flörsheim, Main
S. 10: KIT, Institut für Grenzflächen, Abteilung
Mikrobiologie Natürlicher u. Technischer Grenz-
flächen, Eppenstein-Leopoldshafen
S. 13: BFG, Koblenz
S. 14: Goethe-Universität Frankfurt, Abteilung
Aquatische Ökotoxikologie, Frankfurt
S. 15: Konrad-Zuse-Zentrum für Informations-
technik Berlin (ZIB)
S. 17: Technische Universität Darmstadt (IWAR)
weitere Fotos: DWA, Hennef

© DWA, Hennef, 2015

1. Auflage

IM KLARTEXT

Schadstoffspuren im Wasserkreislauf

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V.





Inhalt

Den Schadstoffen auf der Spur	3
Toilette und Abfluss als Pforte zur Unterwelt und zum Gewässer	4
Sauberes Trinkwasser ist nicht gleich rein	7
Von unsichtbaren Spurenstoffen zu Schadstoffen in Gewässern	8
Wasserlebewesen werden von Medizin krank	9
Krankheitserreger leisten Widerstand	10
Die Summe macht es	11
Ist weg wirklich weg?	13
Empfindliche Schnecken	14
Per Computersimulation passende Schlösser für Schlüssel finden	15
Qualität hat ihren Preis	16
Jede Menge Kohle	16
Angriffslustiges Ozon	17
Membranen als Abwasserpolizei	17
Was tut der Staat?	17
Jeder kann etwas tun!	18
Quellen	19
Danksagung	19

Den Schadstoffen auf der Spur

Unzählige Chemikalien sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Täglich werden rund 10.000 neue Stoffe registriert und die jährliche Chemikalienproduktion erreicht weltweit 300 Millionen Tonnen (1). Beeindruckend hohe Zahlen! Indem wir alle diese Stoffe anwenden, zum Beispiel als Arzneimittel, Haushaltsreiniger oder Kosmetikartikel, hinterlassen wir Spuren in der Natur.

Im Fokus stehen derzeit besonders diejenigen Substanzen, die in ganz minimalen Mengen in der Umwelt und in unseren Gewässern vorkommen. Erst die Hightech-Entwicklungen der modernen chemischen Analytik der letzten beiden Jahrzehnte ermöglichen den Nachweis winziger Stoffmengen im Wasser. Vergleichbar mit einem Stück Würfelzucker, das man in wassergefüllten 10-Liter-Haushaltseimern auflöst, die als Eimerkette zweimal um den Erdball reichen würden, kommen diese Stoffe nur in geringen Spuren in Gewässern vor und können dennoch eine schädliche Wirkung entfalten.



Hiervon sind besonders Wasserlebewesen betroffen. Man spricht deshalb von Mikroschadstoffen oder von anthropogenen – vom Menschen verursachten – Spurenstoffen. Sie entstehen zum Beispiel durch die Anwendung von Arzneimitteln, Süßstoffen, Kosmetika, Haushalts- und Industriechemikalien und auch durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Biozid-Produkten. Auch in verschiedenen Gebrauchsgegenständen kommen sie vor, zum Beispiel als Bestandteil von Kunststoffverpackungen oder als Zusatz in Fassadenfarben und Textilien.



Toilette und Abfluss als Pforte zur Unterwelt und zum Gewässer



Doch wie gelangen anthropogene Spurenstoffe in Flüsse, Seen und sogar das Grundwasser? Medikamente werden zum Teil vom Körper wieder ausgeschieden und gemeinsam mit dem Abwasser durch das Kanalnetz zur Kläranlage transportiert. Auch medizinische Cremes und Körperpflegemittel, die beim Duschen wieder abgewaschen werden, verschwinden zu einem gewissen Anteil im Ausguss. Zudem entsorgen viele Patienten ungenutzte Arzneimittel unsachgemäß über die Toilette. Auch Reinigungs- und Desinfektionsmittel sowie Farbreste und die aus unserer Kleidung ausgewaschenen Zusatzstoffe finden ihren Weg ins Abwasser. Die

Kläranlagen mit der derzeit genutzten Technik schaffen es nicht, die chemisch vollkommen unterschiedlichen Verbindungen vollständig aus dem Abwasser zu entfernen und leiten das gereinigte, aber noch spurenhaltige, Abwasser in die Flüsse. Darüber hinaus werden Pflanzenschutz-, Schädlingsbekämpfung- und Tierarzneimittel von landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Regen in die Gewässer abgeschwemmt oder sickern durch den Boden in geringen Mengen ins Grundwasser. Auch Biozide, die als Schutzanstriche für Boote oder in Wassernähe verbautem Holz Verwendung finden, gelangen in die Gewässer.





Sauberes Trinkwasser ist nicht gleich rein



Fluss- und Grundwasser dienen der Trinkwassergewinnung. Bislang findet man Spurenstoffe in völlig unkritischen Konzentrationen im Trinkwasser. Ein fiktives Beispiel soll dies verdeutlichen: Man müsste 20 Millionen 10 Liter-Wassereimer – also eine Eimerkette von 5.600 km – leertrinken, um über das Trinkwasser die selbe Wirkstoffmenge aufzunehmen, wie sie zum Beispiel in einer 400 mg Ibuprofen-Tablette enthalten ist (2).

Genau genommen ist Wasser nie wirklich rein – auch unser Trinkwasser nicht. Ohne eine Mindestkonzentration an gelösten Mineralstoffen wäre dieses sogar als Lebensmittel ungeeignet. Wenn wir von sauberem Wasser sprechen, meinen wir immer das Wasser plus enthaltene Mineralien wie Kalzium, Magnesium, Natrium, Hydrogen-

carbonat, Chlorid und Sulfat. Die Qualität des Wassers hängt von der Art und Menge seiner Inhaltsstoffe ab. Die Anforderungen an einwandfreies Trinkwasser sind in Deutschland in der Trinkwasser-Verordnung geregelt.

Moderne Analysetechniken erlauben es, auch winzige, unvorstellbar niedrige Stoffkonzentrationen im Wasser aufzufinden. Darum sind in Einzelfällen im Trinkwasser bis zu 15 verschiedene Arzneimittel nachweisbar (3). Das Trinkwasser vollkommen frei von minimalen Chemikalienrückständen zu halten, ist praktisch nicht realisierbar. Es ist die Folge unserer zivilisierten Welt und unseres hochentwickelten medizinischen Standards. Der Nutzen der Medikamente überwiegt die Auswirkungen auf das Trinkwasser bisher bei weitem.

Von unsichtbaren Spurenstoffen zu Schadstoffen in Gewässern

Unsere Gewässer enthalten Spuren von Medikamenten gegen nahezu jedes der häufigsten Krankheitsbilder. Darunter sind Antibiotika, Antivirenmittel, Schmerzmittel, Antirheumatika und Antiepileptika, um nur die wichtigsten zu nennen. Dazu kommen Hormone aus Empfängnisverhütungsmitteln und Menopausepräparaten. Auch in der Diagnostik kommen Pharmaka zum Einsatz. Hierzu zählen zum Beispiel Röntgenkontrastmittel. Nicht zuletzt ist ein Trend zu so genannten Lifestyle-Medikamenten zu beobachten. Damit sind Präparate gemeint, mit denen weder Krankheiten noch Schmerzen

behandelt werden, sondern Probleme wie z.B. Haarausfall, Falten oder Übergewicht.

Schon heute nimmt jeder Bürger in Deutschland durchschnittlich pro Tag 1g Arzneimittel zu sich – und darin sind freiverkäufliche sowie privat verschriebene Produkte nicht eingerechnet. Durch den demografischen Wandel ist eine Zunahme des Medikamentenkonsums von etwa 20% absehbar (3). Außerdem lassen Laborstudien negative Auswirkungen auf Wasserlebewesen befürchten. Deshalb ist es nötig, sich mit dem Thema zu befassen.



Wasserlebewesen werden von Medizin krank

Wie wirken sich Spurenstoffe auf die in unseren Gewässern lebenden Fische, Muscheln, Krebse, Schnecken und andere Organismen der ökologischen Lebensgemeinschaft aus? Einige Wasserlebewesen reagieren sehr empfindlich auf Gewässerbelastungen. Im Gewässer vorkommende hormonartig wirkende Substanzen können die Reproduktion von Fischen beeinträchtigen. Außerdem ist in Laborstudien eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zu Gunsten der Weibchen nachweisbar. Auch bei Bachflohkrebsen kommt es zum „Frauenüberschuss“. Solche Effekte können neben Empfängnisverhütungs-, und Wechseljahrpräparaten auch die Weichmacher in Plastikverpackungen auslösen, die über unsachgemäße Entsorgung in

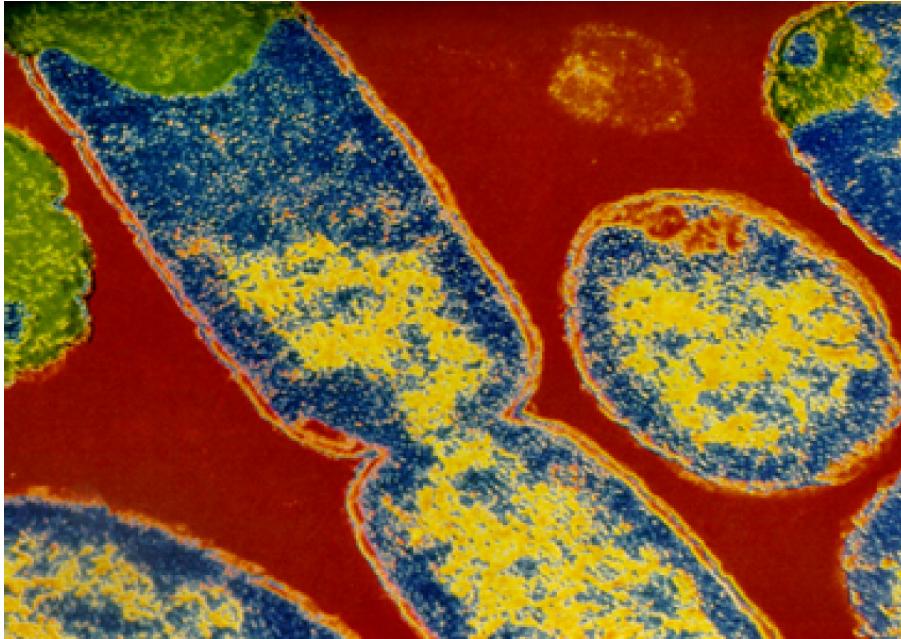


die Gewässer gelangen. Noch ist jedoch nicht ausreichend belegt, ob die im Gewässer vorkommenden Stoffkonzentrationen derartige Wirkungen verursachen können.

Ebenfalls aus Laborstudien weiß man, dass Psychopharmakaspuren im Gewässer das Verhalten bestimmter Fische verändern und sie unvorsichtig werden lassen, wodurch sie schneller Fressfeinden zum Opfer fallen.

Andere Stoffe können schädigend auf das Erbgut von Organismen – also auf die Gene – wirken. Dazu zählen zum Beispiel Medikamente, die zur Chemotherapie eingesetzt werden. Auch das Immunsystem, beispielsweise von Vögeln, wird von einigen Substanzen beeinträchtigt.

Krankheitserreger leisten Widerstand



Eine besondere Bedeutung als Spurenstoff im Wasserkreislauf kommt Antibiotika zu, wie sie jeder sicher schon mehrfach in seinem Leben eingenommen hat. Doch in den letzten Jahren erleben Mediziner immer häufiger, dass gängige Antibiotika nicht mehr gegen Infektionskrankheiten wirken. Die infektionsauslösenden Keime erweisen sich als resistent gegenüber den Antibiotika. Das heißt, das Antibiotikum hat keine abtötende Wirkung mehr auf die Bakterien. Warum ist das so? Bakterien sind überaus anpassungsfähig. Geringe Mengen eines Antibiotikums töten sie

nicht. Einzelne Bakterien gewöhnen sich daran, werden resistent und können sich dann trotz Antibiotikum weiter vermehren. Darum ist es wichtig, Antibiotika bei Infektionen ausreichend hoch dosiert und über eine vorgeschriebene Zeitdauer zu verabreichen. Im Abwasser liegen die Konzentrationen aber deutlich niedriger – ideale Bedingungen, um Resistenzen zu bilden. Dazu kommt die Fähigkeit von Bakterien, die Resistenzgene an andere Bakterienarten weiterzugeben, darunter auch pathogene Keime, die bei Kontakt Menschen krank machen können.

Die Summe macht es

Viele chemische Verbindungen werden hergestellt, um eine biologische Wirkung zu erzielen, ob als Medikament, Desinfektionsmittel, Pflanzenschutz- oder Antifoulingmittel. Nicht erwünscht sind jedoch Effekte in der aquatischen Umwelt. Oft sind die Substanzen sehr persistent, d. h. nur schwer abbaubar. Die Wirkungen der einzelnen in Gewässern vorkommen-

den Substanzen können sich summieren und gegenseitig verstärken. Außerdem spielen andere Faktoren, wie die UV-Strahlung, Temperatur, Parasiten und Krankheitserreger eine Rolle. Als zusätzliche Stressbelastung nehmen sie Einfluss auf die Empfindlichkeit von Wasserorganismen und können die Schädigung von anthropogenen Spurenstoffen sogar erhöhen.





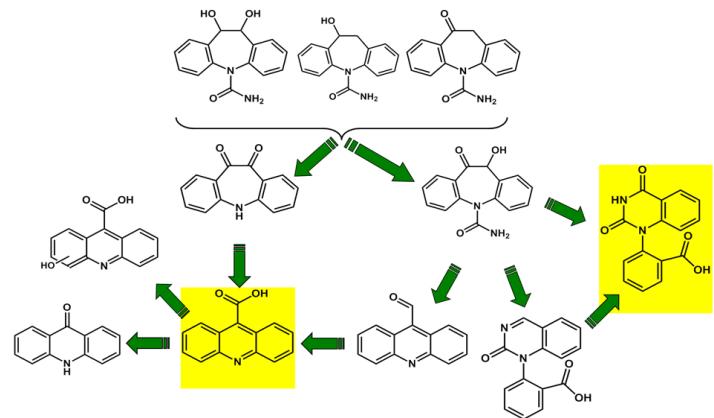
Ist weg wirklich weg?

Anthropogene Spurenstoffe kommen nicht nur in ihrer Ausgangsform im Abwasser und in Gewässern vor. Das lässt sich am Beispiel der Arzneimittel zeigen. Bereits im Körper wird ein Teil des eingenommenen Medikamentes im Stoffwechsel um- oder abgebaut, d. h. der Wirkstoff wird beispielsweise in der Leber aufgespalten, wofür körpereigene Enzyme verantwortlich sind. Die Mikroorganismen in der Kläranlage sorgen für weitere Umsetzungsprozesse. Neben enzymatischen Reaktionen erfolgen chemische Umwandlungen durch Oxidation. So können aus einem Wirkstoff verschiedene Folgeprodukte entstehen. Wenn man nun im Kläranlagenablauf nach dem ursprünglichen Wirkstoff sucht, wird man ihn womöglich in deutlich geringerer Menge als im Zulauf finden. Aber ist dadurch das Problem gelöst? Nicht in jedem Fall. Oft sind die Umwandlungsprodukte besser wasserlöslich als die Ausgangsverbindung. Sie werden dadurch mobiler und gelangen leichter in die Gewässer. Die toxische Wirkung einer Substanz ist durch die Transformation, also die Umwandlung, nicht zwangsläufig abgeschwächt. Im Extremfall kann sie sich auch erhöhen oder es erfolgt eine Wirkungsverschiebung. So könnte ein neu gebildetes Umwandlungsprodukt eine nachteilige Wirkung der Ausgangssubstanz auf eine Körper- oder Organfunktion verloren, stattdessen aber eine bis dahin unbekannte Wirkung entwickelt haben. In der Summe kann sich

der toxische Gesamteffekt auf Umweltorganismen sogar erhöhen. Im Extremfall bildet ein Wirkstoff bis zu 30 Folge- bzw. Transformationsprodukte.

Niemand ist in der Lage für alle verdächtigen anthropogenen Spurenstoffe, auch jedes einzelne Umwandlungsprodukt chemisch nachzuweisen und seine Schädigung zu bestimmen. Außerdem weiß man nicht, welche Wechselwirkungen im Gesamtcocktail des Gewässersystems zwischen den unterschiedlichen anthropogenen Spurenstoffen und ihren Folgeprodukten eingegangen werden.

Bildung von Abbauprodukten aus Arzneimittelwirkstoffen





Empfindliche Schnecken



Um Gefährdungen durch anthropogene Spurenstoffe und ihre Transformationsprodukte besser einschätzen zu können, kombinieren Wissenschaftler moderne chemische Analytik mit sogenannten biologischen Wirkungstests. Hierfür nutzt man lebende Organismen und Zellen als Testsysteme. Schnecken, Würmer, Wasserflöhe, Fischeier und Wasserlinsen werden eingesetzt, um die potentiell giftige oder hormonartige Wirkung von Spurenstoffen in Gewässerproben im Labor anzuzeigen. So reagieren die Apfel- und die Zwergdeckelschnecke z. B. besonders empfindlich auf hormonähnlich wirkende Substanzen. Auch im Labor kultivierte Krebs-, Hefezellen und Bakterien dienen als Testsysteme. Je nach Testsystem

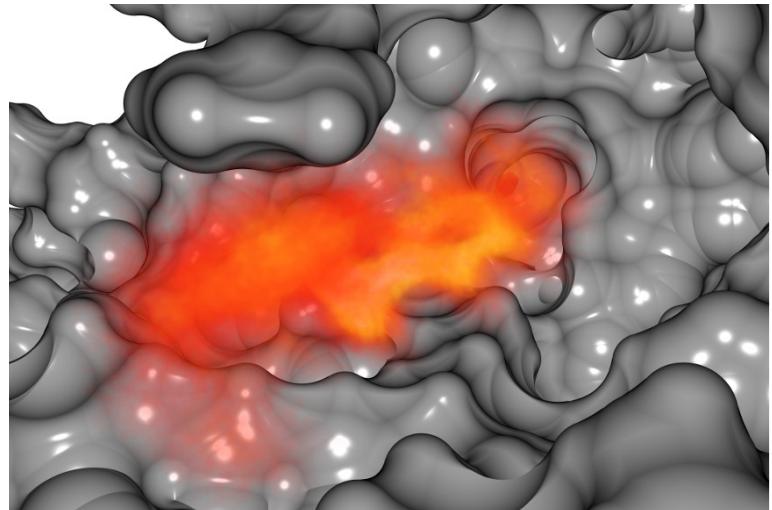
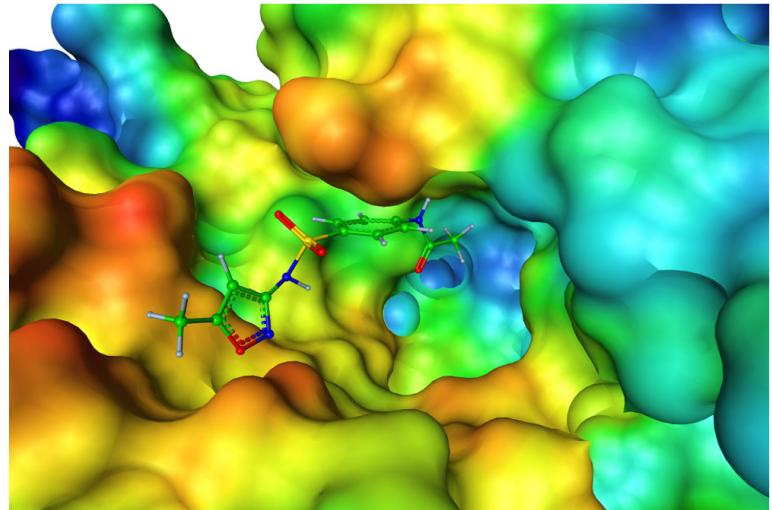
wird der Einfluss des in der Gewässerprobe enthaltenen Schadstoffcocktails auf die Sterblichkeit, Wachstumsrate, Fortpflanzung, Erbgutveränderung etc. untersucht.

Mit Hilfe der Testsysteme kann man eine Aussage über die Art der toxischen Wirkung auf Wasserlebewesen treffen.

Die chemische Analytik kann nur einzelne Substanzen nachweisen. In der Umwelt kommen jedoch komplexe Stoffgemische vor. Organismische Wirktests sind hingegen in der Lage, die Wirkung von Stoffgemischen zu erfassen. Doch im Zusammenspiel von chemischer Analytik und Biotests können bestimmten Chemikalien oder Chemikaliengruppen biologische Wirkungen zugeordnet werden.

Per Computersimulation passende Schlösser für Schlüssel finden

Die Computersimulation hilft, unter den zahllosen Umwandlungsprodukten von anthropogenen Spurenstoffen diejenigen zu identifizieren, die in Lebewesen mit hoher Wahrscheinlichkeit toxisch wirken. Ausgehend von einer sorgfältig zusammengestellten Datenbank mit wahrscheinlichen Bindungsstellen im Organismus sowie der dreidimensionalen Gestalt eines potenziellen Schadstoffmoleküls versucht der Computer mögliche Angriffsstellen im biologischen System zu identifizieren, die wie Schlüssel und Schloss zusammenpassen. Aus den errechneten Wechselwirkungen können mögliche schädliche Wirkungen abgeschätzt werden.





Qualität hat ihren Preis

Kläranlagen sind in der Regel nicht darauf ausgelegt, anthropogene Spurenstoffe zu entfernen. Sie müssten mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe ausgebaut werden. Dabei stellt sich das Problem, dass bei der breiten Palette an unterschiedlichen Problemsubstanzen nur Verfahren mit Breitbandwirkung geeignet sind. Eine weitere Anforderung lautet, dass durch die zusätzlichen technischen Maßnahmen keine neuen toxischen Neben- oder Umwandlungsprodukte gebildet werden dürfen. Zudem muss gewährleistet sein, dass es auch bei den üblichen Zulaufschwankungen in Kläranlagen funktioniert. Alle Verfahren, die in Erprobung sind, haben ihren Preis. Neben den erforderlichen Investitionen für Anlagentechnik fallen Kosten für den Energie- und Materialverbrauch an. Im Endeffekt zahlen das Bürger oder Unternehmen, bei denen Abwässer entstehen, über die Abwassergebühren.

Sicherlich ist es nicht überall notwendig, eine zusätzliche Reinigungsstufe einzubauen. Bei Kläranlagen, die in Trinkwassergewinnungsgebieten lokalisiert sind oder bei besonders großen Anlagen, die viel Abwasser in einen verhältnismäßig kleinen Fluss einleiten, könnte jedoch mittelfristig Handlungsbedarf bestehen.

Schätzungsweise würden sich dadurch die Abwassergebühren um 5 bis 15 Cent pro Kubikmeter Abwasser erhöhen. Im Vergleich zu anderen Ausgaben des täglichen Lebens eine geringe Summe. Im Durchschnitt verbraucht

jede Person in einem deutschen Haushalt ca. 45 m³ Wasser pro Jahr. Die Reinigung eines Kubikmeters Abwasser kostet im Mittel 2,50 €. In der Summe macht dies 112,50 € pro Person in einem Haushalt. Durch die zusätzlichen Reinigungsmaßnahmen zur Entfernung von Medikamenten- und Chemikalienresten würde sich die Abwassergebühr auf rund 120,- € pro Person und Jahr erhöhen. Anders ausgedrückt: Die zusätzliche Abwasserreinigung kostet den Bürger weniger als 10,- € im Jahr. Dafür kann man heute nicht einmal mehr ins Kino gehen. Welche technischen Möglichkeiten der Entfernung oder Elimination von anthropogenen Spurenstoffen bieten sich denn an? Derzeit sind hauptsächlich drei Verfahren im Gespräch – die Zugabe von Aktivkohle, die Behandlung mit Ozon und die Filtration durch eine Membran.

Jede Menge Kohle

Aktivkohlen können eine Vielzahl von Spurenstoffen binden. Die mit Schadstoffen beladene Aktivkohle kann dann zusammen mit Siedlungsabfall oder Klärschlamm verbrannt werden. Von Nachteil ist der hohe Energiebedarf bei der Herstellung von Aktivkohle.



Angriffslustiges Ozon

Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel, das viele Stoffe angreifen und Moleküle aufknacken kann. Allerdings ist es ein sehr instabiles Gas und muss mit hohem Energieaufwand am Ort des Einsatzes hergestellt werden. Zudem können Abbau- bzw. Transformationsprodukte mit schädlicher Wirkung entstehen.

Membranen als Abwasserpolizei

„Dichte“ Membranen sind aus einem Material hergestellt, das für Wasser eine deutlich höhere Durchlässigkeit aufweist als für die darin gelösten Substanzen. Unter Druck von bis zu 40 bar wird das Abwasser durch die Membran gepresst, wofür ein hoher Energiebedarf besteht. Die Membranen müssen regelmäßig mit Hilfe von Chemikalien gereinigt werden, damit sie nicht verstopfen und haben trotzdem eine begrenzte Lebensdauer. Des Weiteren müssen auch Entsorgungsbzw. Behandlungsmöglichkeiten des zurückgehaltenen, mit Spurenstoffen angereicherten Abwasserstroms vorgesehen werden.

Was tut der Staat?

Bei der Zulassung neuer Chemikalien und Arzneimittel fordern die rechtlichen Rege-

lungen in Europa auch eine Bewertung des Umweltverhaltens. Allerdings führen schädliche Umweltauswirkungen bei Humanarzneimitteln nicht dazu, dass die Zulassung verweigert wird. Priorität hat die menschliche Gesundheit. Es existieren aber Umweltqualitätsnormen für eine ganze Reihe als gefährlich erkannter Substanzen, für die Handlungsmaßnahmen festzulegen sind. Maßnahmen können sowohl an der Quelle ansetzen, also dort, wo ein Stoff in den Wasserkreislauf freigesetzt wird, als auch bei der Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung.





Jeder kann etwas tun!

Jede technische Lösung der Entfernung von anthropogenen Spurenstoffen aus dem Abwasser stellt nur einen Kompromiss dar. Der Energie- und Ressourcenverbrauch der vorgestellten Verfahren trägt zum Klimawandel bei. Außerdem werden nur Stoffe erfasst, die über den Kläranlagenablauf ins Gewässer gelangen. Bei starken Niederschlägen, gelangen Spurenstoffe aber an der Kläranlage vorbei ins Gewässer. Im Sinne des Vorsorgegedankens ist es am sinnvollsten die Stoffe erst gar nicht in den Wasserkreislauf gelangen zu lassen.

Hierzu kann jeder Einzelne seinen Beitrag leisten. Wie soll das gehen? Halten Sie sich an folgende Tipps:

- Vermeiden Sie die Selbstmedikation und nehmen Sie nur vom Arzt verschriebene Arzneimittel ein.
- Nehmen Sie insbesondere Antibiotika immer genau nach Anordnung des Arztes bis zum Schluss ein und setzen Sie diese nicht ab, sobald die Symptome abklingen, denn sonst fördern Sie die Bildung resistenter Keime.
- Entsorgen Sie niemals unverbrauchte Arzneimittel in der Toilette oder im Ausguss, sondern werfen Sie Medikamentenreste – auch dann, wenn sie flüssig sind – zusammen mit der Glasflasche oder Blisterverpackung in ihre Restabfalltonne. Der Restmüll wird verbrannt und dadurch unschädlich gemacht. Erkundigen Sie sich im Zweifel bei Ihrer Kommune.
- Verzichten Sie darauf, übermäßig kosmetische Produkte zu verwenden. Auch medizinische Cremes zu Vorbeugezwecken sollten weitgehend reduziert werden. Ihre Wirkung ist ohnehin umstritten. Sie werden beim Duschen von der Haut abgewaschen und belasten unnötig das Abwasser.
- Gehen Sie sparsam und bewusst mit Haushaltsreinigern um und meiden Sie Desinfektionsmittel in Ihrem Haushalt. Sofern Sie nicht einer besonderen Risikogruppe angehören, schaden desinfizierende Haushaltsreiniger mehr als sie nützen. Ein gesundes Immunsystem braucht den Kontakt zu den Keimen der Umwelt, um gut zu funktionieren.
- Werfen Sie keine Plastikverpackungen in die Umwelt.
- Geben Sie Farbreste bei Ihren zuständigen Schadstoffsammelstellen ab, die im Abfallkalender genannt sind.

Quellen

- (1) Eawag News, Juni 2009
- (2) Ecologic-Kurzfilm, 2013 („Pillen, die wir wegspülen: Arzneimittel, Trinkwasser und die Umwelt“, s. <http://www.ecologic.eu/de/8575>)
- (3) „Handlungsmöglichkeiten zur Minimierung des Eintrags von Humanarzneimitteln und ihren Rückständen in das Roh- und Trinkwasser“, UBA 2010

Danksagung

Diese Informationsbroschüre entstand mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes TransRisk „Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch neue Schadstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf“, wofür dem BMBF der ausdrückliche Dank gilt.

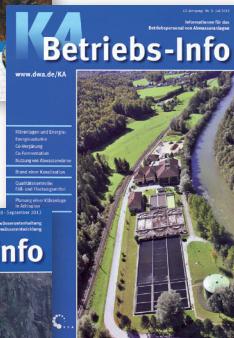
Weiterhin gilt der Dank allen Partnern des TransRisk-Projektes und ganz besonders dem Projektkoordinator Prof. Dr. Thomas Ternes von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz.



„Aber bitte die umweltfreundlichen, gewässerneutralen Pillen!“



„Und beachten Sie die Umweltrisiken und Nebenwirkungen im Gewässer und die Entsorgungshinweise in der Packungsbeilage.“



www.dwa.de

Informationen zur Mitgliedschaft
bei der DWA unter:
mitgliederbetreuung@dwa.de
Tel.: 02242 872-123

Was Ihnen die Mitgliedschaft bei der DWA bietet

- ▶ Einmal im Monat erhalten Sie die DWA-Mitgliederzeitschrift *KA – Korrespondenz Abwasser Abfall* oder *KW – Korrespondenz Wasserwirtschaft* – je nach Wahl
- ▶ Für fördernde Mitglieder Preisnachlass auf das DWA-Regelwerk, das allgemein gültige Standardwerk für alle Belange der Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft.
- ▶ Ermäßigte Teilnahmegebühren für mehr als 350 anerkannte Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen.
- ▶ DWA-Informationsstelle für Auskünfte zu Ihren technischen Fragen. Durch unsere Ausschüsse stehen uns rund 2.000 Fachleute aus allen Fachgebieten der Wasserwirtschaft zur Verfügung.
- ▶ Rechtsauskunft zu juristischen Fragestellungen der Wasserwirtschaft.



Einige Beispiele der Kinder- und Jugendbroschüren der DWA

Für Kinder im Vor- und Grundschulalter

- ▶ **Trulli Tropf nimmt uns mit ins Klärwerk**
Der Wassertropfen Trulli erfährt, wie Abwasser entsteht, wie es abgeleitet und gereinigt wird.
- ▶ **Trulli Tropf unterwegs zum Wasserhahn**
Trulli lernt den Kreislauf des Wassers von der Verdunstung über den Niederschlag bis zur Wasseraufbereitung kennen.



Für Kinder im Grundschulalter

- ▶ **Klärchen klärt auf • Die Reise in die Unterwelt**
Klärchen reist auf der Suche nach dem Rasierpinsel ihres Vaters durch Abwasserkanäle bis zum Klärwerk und erlebt auf ihrer Reise viele Abenteuer.
- ▶ **Klärchen klärt auf • Expedition Wasser-Wunder**
Klärchen und ihr Freund Galaxicus stoßen auf spannende Geschichten in der geheimnisvollen Welt der Fließgewässer.
- ▶ **Klärchen klärt auf • Das Abenteuer im Kompost-Kosmos**
Klärchen begegnet einem Außerirdischen und erfährt mit ihm und einem Gärtner aufregende Abenteuer mitten im Kompost.
- ▶ **Klipp und klar • Wie Wasser wieder sauber wird**
Unterhaltsame und humorvoll illustrierte Kurzgeschichten erzählen Kindern, was mit dem Abwasser auf dem Weg vom Haushalt durch die Kläranlage bis zum Fluss passiert.



Zu beziehen bei:

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de · Internet: www.dwa.de



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de · Internet: www.dwa.de

